

Grondboor en Hamer	1	1985	pag. 12 - 20	3 afb.	Oldenzaal, februari 1985
-----------------------	---	------	-----------------	--------	-----------------------------

Het Rode Klif (Zuidwest-Friesland)

Geologisch onderzoek door Herman van Cappelle (1888-1895)

J. Mooij*

SAMENVATTING

Keileem uit een boring bij zijn woonplaats Sneek spoort Van Cappelle aan tot een bezoek aan het Rode Klif. Hij concludeert dat de kern van het klif uit een preglaciale afzetting bestaat van zuidelijk (Rijn)zand en uit een gelaagd glaciaal zand. Met keileem uit de voorlaatste ijstijd werden die afzettingen bekleed. Het klif is een geïsoleerde rest van de eindmoreneketen Texel-Wieringen-Gaasterland-Urk-Hondsrug.

INLEIDING

Herman van Cappelle, geboren te Amsterdam in 1857 en overleden te Voorburg in 1932, was van 1882 tot 1895 leraar in de plant- en dierkunde aan de hbs en het gymnasium te Sneek (figuur 1). In 1885 promoveerde hij bij professor K. Martin te Leiden op een proefschrift getiteld: 'Het karakter der Nederlandsch-Indische tertiaire fauna', uitgegeven te Sneek. Zijn geologische onderzoekingen lopen over het Midden- en Bovenpleistoceen van Noord- en Midden-Nederland. Later ook over de geologie van het Nickeriegebied in Suriname. Ze monden uit in voordrachten en een dertigtal artikelen. Met onder anderen K. Martin, J. Lorié, J.H. Bonnema en F.J.P. van Calker sluit hij een eerste fase van onderzoek in Noord-Nederland af die A. Brouwer (1948: 264) laat eindigen met Steenhuis' onderzoekingen in 1916 en 1919.

* Sytsingawiersterleane 4,
8605 CC Sneek.



Fig. 1: Herman van Cappelle tijdens zijn Sneker jaren (1882-1895).

KEILEEM

In de jaren tachtig van de 19de eeuw komt de (coöperatieve) fabrieksgewijze zuivelproductie in Friesland tot ontwikkeling door de toepassing van de centrifuge. Zo'n fabriek moet over zuiver water beschikken dat op eigen terrein uit de grond wordt gewonnen. Van Cappelle's eerste geologische onderzoeken in Friesland bestaan uit de monsterbeschrijving van een boring naar water bij de boterfabriek even buiten Sneek, aan de weg naar Bolsward, in 1887. Het keileem dat hij in die boring aantreft doet hem uitzien naar het Rode Klif, 4 km zuidoostelijk van Stavoren, aan de zuidkust van Friesland (figuren 2 en 3), waar Lorié grondmorene had gevonden, (VAN CAPPELLE 1889b:224).



Fig. 2: Het Rode Klif vanuit het zuidoosten gezien. Bovenop het klif het monument, een granieten zwerfkei uit Tynje (N.N.O. van Heerenveen), opgericht ter herdenking van de slag bij Warns (26 september 1345) waar de Friezen het ridderlegger van de Hollandse graaf Willem IV versloegen. De steen draagt de tekst: 'Leaver dea as slaef' (Liever dood dan slaaf). Friese nationalisten komen daar elk jaar ter herdenking bijeen. Links het IJsselmeer. Foto D. Jonker.

Voor keileem, in Nederland door een Deen ontdekt bij Maarn in 1879, bestonden in Van Cappelle's tijd verschillende namen: glacialongelaagd diluvium, rolsteenmergel, keimergel, blokleem, steenklei en grondmorene. Wat de laatste naam betreft: al het keileem is grondmorene, maar alle grondmorene is geen keileem. Zand maakt er ook deel van uit.

Het woord 'rood' in de benaming van het klif kan doen denken aan het typisch rode schollenkeileem, maar dat treft hij er niet aan. Later ziet hij dat in de Havelterberg waar de deelnemers aan de excursie van onze vereniging het in augustus 1953 aantreffen. De betiteling 'rood' zou verband kunnen houden met de belichting door de ondergaande zon van het bruine keileem (ook bij VAN BAREN 1927:1244). De rode kleur bood voedsel aan oude volksverhalen die gewaagden van vulkanisme, kort na het begin van de jaartelling. BRUINSMA (1863:21) ging in verband met de daarmee gepaard gaande vuurverschijnselen na of de grond er misschien fosforwaterstofgas bevatte dat spontaan aan de lucht ontbrandt. Het is een ontbindingsproduct van kadavers. Maar het klif bevat die niet, dus ook het gas niet, was zijn conclusie.

In 1888 brengt Van Cappelle zijn eerste bezoek aan het klif. Als grootste hoogte geeft hij 11,53 m op boven zeeniveau en een lengte van 570 m. (VAN CAPPELLE 1889b:225,7). De grootste hoogte bedraagt nu 10,03 m plus N.A.P. (Kaarten I). De 11,53 m slaan op het gedeelte dat in de jaren 1893-1896 afgegraven is. Voordien strekte het klif zich verder zeewaarts uit en eindigde in een steile wand. Die maakte bij de afgraving plaats voor een met gras begroeid talud.

Gedeputeerden staan hem op zijn verzoek niet toe een kleine afgraving te maken omdat anders de zeeerende werking zal worden aangetast (Archief Provinciale Waterstaat, Leeuwarden). Zijn commentaar luidt: ‘...geweigerd, zelfs aan een geoloog’, (VAN CAPPELLE 1889b:228). Ondertussen heeft hij grond laten verwijderen uit een gat in de helling, ontstaan door het stuk slaan van een brok leem. Het aldus verkregen profiel is ruim 1 m² groot en bevindt zich op 7 m van de klifrand. Het is N.N.W.-S.S.E. gericht. De achterwand bestaat uit grijs, zandig en kalkhoudend keileem en lemig en niet lemig zand ‘...geplood, scheef gesteld en dooreen gewerkt, wat onmiddellijk in het oog valt door gegolfde en tongvormige leemlagen, die, in het zand geperst, duidelijk opvallen’, (vertaald citaat VAN CAPPELLE 1889b:229). Minder sterke storingsen ziet hij in een ander profiel, ze zijn daar golfvormig. Bewegend ijs acht hij verantwoordelijk voor de vervormingen, (VAN CAPPELLE 1889a:240, 1889b:228-30, 1890a:786). De wand boven en beneden het gat bestaat uit ‘steenrood, roodbruin’ keileem, niet kalkhoudend en in droge toestand alleen met een hamer te verbrokkelen. Het bereikt een dikte van minstens 11 m. Hij houdt het voor ‘de echte keimergel’, het oorspronkelijke leem, het zandige keileem voor laagsgewijs afgezet uitspoelsel van de grondmorene, (VAN CAPPELLE 1889b:231, 1890a:787,798).

De afstand van de waterlijn tot de voet varieert van 18 tot 23 m, (VAN CAPPELLE 1889b:225, 1890a:784), gemiddeld dus 20 m. Het kliffront was zeer steil in Van Cappelle’s tijd. Als we aannemen dat de bovenrand van het klif toen, vergeleken met de ligging van de voet, 2 m terugweek, dan zou de afstand van die bovenrand tot de waterlijn, op de kaart gemeten, gemiddeld 22 m hebben bedragen. Die afstand bedraagt nu ruim 60 m, (Kaarten II). De invloed van het verschil in waterpeil van Zuiderzee en IJsselmeer op de ligging van de waterlijn is te verwaarlozen. Het verschil tussen die ruim 60 en 22 m, ongeveer 40 m dus, zou dan de afstand zijn waarover de bovenrand door de afgraving landwaarts verplaatst zou zijn. Dat lijkt onwaarschijnlijk. Ik heb geen aanwijzing kunnen vinden dat die 60 m beïnvloed worden door een strook water die door demping bij de afgraving aan het voorland zou zijn toegevoegd. Mogelijk bieden de bestekken van de afgraving hier uitkomst.

De vroegere gemiddelde strandbreedte van 20 m vormt ook de afstand van de hedendaagse waterlijn tot de teen van het talud. Die teen bevindt zich dus ongeveer op de plaats waar in Van Cappelle’s tijd de voet van het klif lag. Het gedeelte van het kliflichaam dat zich 15 tot 20 m landwaarts uitstrekt bestaat uit keileem. De rest van het klif wordt voornamelijk door zand gevormd. (VAN CAPPELLE 1890a:figuur op 798). Die 15 tot 20 m vallen af te leiden uit zijn figuur omdat de schaal erbij gegeven is (1 : 800). Met dat gegeven blijkt de breedte van het klif, S.-N. gemeten vanaf het hoogste punt 100 m te bedragen. (In zijn tekst wordt 200 m genoemd). Beide getallen kloppen helemaal niet met de afstand verkregen na meting op onze figuur 3. De vraag rijst hoe het dan met bovenstaande 15 - 20 m zit.

Het is inmiddels wel duidelijk dat het afgegraven gedeelte grotendeels uit keileem bestaan moet hebben. Aanwijzingen daarvoor geeft Van Cappelle zoals we zagen. Nog te vermelden valt zijn boring aan de voet van het klif. Hij vindt er dik keileem, (VAN CAPPELLE 1890a: figuur op 798,800). De vele stenen die hij op het strand aantreft, (VAN CAPPELLE 1889b:234) wijzen op een keileemfront waar die erratica zijn uitgespoeld. Dik keileem vonden we ook in een puls boring die we met hulp van fysieke-geografiestudenten (universiteit van Amsterdam) in het voorland zetten. Onder het hellingmateri-

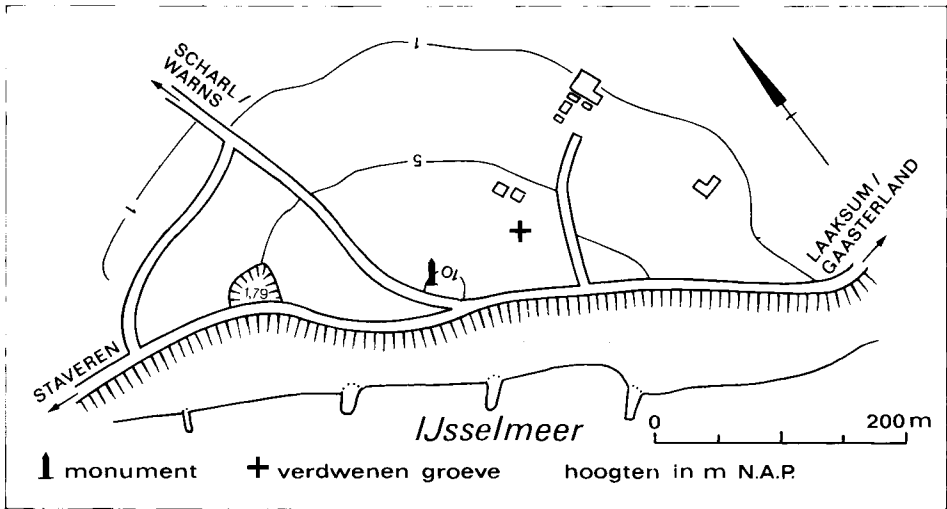


Fig. 3: Het Rode Klif in kaart. (Naar de hoogtelijnenkaart Gaasterland-West, 1:5000. Provinciale Waterstaat van Friesland, Leeuwarden). Tekening H.J. Bloklander, Amersfoort.

aal troffen we keileem aan ter dikte van 2,55 m. Dieper (niet te bepalen omdat de buizen doorschoten terwijl de puls op 9 m bleef hangen) kwam opnieuw keileem voor. Op het klif zelf zit het meeste keileem bij de bovenrand. En tot slot: indien het zeewaartse gedeelte niet uitsluitend uit keileem bestaan zou hebben, dan was, door zes eeuwen golfslag van de Zuiderzee, het klif dat voor het overgrote deel uit zand bestaat, allang weggevaagd.

Van Cappelle snijdt hier ook het aantal ijsbedekkingen van ons land aan. Eerst houdt hij twee ijstijden in ons land voor mogelijk, (VAN CAPPELLE 188a:164,5). Maar later lijkt het hem niet waarschijnlijk dat twee 'morenen', gescheiden door een interglaciale laag, bij ons voorkomen, (VAN CAPPELLE 1890a:793). Twee keilemen door oscillerend ijs afgezet acht hij wel mogelijk, (VAN CAPPELLE 1890b:15)

De stenen in het keileem zijn in dezelfde tijd aangevoerd. Zij vormen geen bewijs voor twee ijstijden. Ook de kleur van het keileem is geen argument voor verschil in ouderdom ervan. Grijs keileem verandert in bruin door oxydatie, door de werking der 'atmospheriliën', (VAN CAPPELLE 1888b:129, 1889b:231), waarbij de tweewaardige ijzerverbindingen in de driewaardige overgaan. Dat kan zich binnen een week voltrekken, (VAN CAPPELLE 1890a:793-5). Verschil in diepteligging wijst ook al niet op verschil in ouderdom. Het keileem bij de boterfabriek trof hij veel dieper aan (tussen 15 en 25 m onder het maaiveld) dan dat in het klif (tot 11 m boven zeeniveau). Dat schrijft hij toe aan de bodemdaling die in westelijk Friesland voor de komst van het ijs plaats vond, (VAN CAPPELLE 1889:247, 1890:795,6, 1892b:980,9).

Uit zijn laatste publikatie over het Friese Pleistoceen blijkt dat hij uitgaat van drie ijstijden waarvan de tweede ons land bereikte, (VAN CAPPELLE 1910:49). (De laatste tijd is in Noord-Nederland voor onze ijstijd, het **Saalien**, nog één, het **Elsterien**, gesignaleerd, (TER WEE 1983:413,5). Het keileem ervan is in de Oostmeep, zuidelijk van Terschelling in de Waddenzee, en bij Witmarsum, tussen Bolsward en Harlingen, aangeboord, (ZANDSTRA 1983:365)).

Op het strand vindt hij vele zwerfstenen uit het keileem gespoeld. Hij beperkt zich tot de sedimentaire stenen omdat die zonder handstukken beter herkenbaar zijn dan de

kristallijne. Vondsten uit het Cambrium, Siluur en het Krijt worden beschreven. De Beyrichiënkalksteen van het Mirdumer klif, oostelijk van het Rode klif, is hier schaars. Ook vindt hij vuurstenen met de uit sponsnaalden bestaande witte vlekken. (VAN CAPPELLE 1889b:236,7, 240, 1890a:791,2). De verzamelde stenen schenkt hij aan het 'Friesch Genootschap voor Geschied-, Oudheid- en Taalkunde' te Leeuwarden. Duplicaten gaan naar het 'Rijksmuseum voor Geologie en Mineralogie' te Leiden. (VAN CAPPELLE 1890:791, voetnoot). Het genootschap had hem bij zijn onderzoek financieel gesteund, (VAN CAPPELLE 1889b:223, 1890a:782).

SMELTWATERZAND

In een boring aan de voet van het klif (zeezijde) zitten onder het keileem in het gelaagde zand noordse stenen en plantenresten (gramineae), (VAN CAPPELLE 1889a:243, 1889b:2232-34, 1890a:797, 1892a:472). Die stenen nemen naar beneden in grootte en aantal af, waarbij ze een meer afgeronde vorm aannemen. Dat laatste is ook het geval met de zandkorrels. Een en ander wijst op afzetting uit een langzaam naderen ijsfront. Het zand is het 'glaciaal gelaagd skandiniaafsch diluvium' (smeltwaterzand), (VAN CAPPELLE 1889a:242, 1889b:223, 1890a:798). (Het mag intussen verwonderlijk heten dat hij in een boring zoveel stenen aantreft om die gevolgtrekkingen te kunnen maken).

In West-Drenthe rust keileem op smeltwaterzand (VAN CAPPELLE 1891d:69) of op **Gemengd Diluvium** (VAN CAPPELLE 1891a:335), dat bestaat uit zuidelijk zand en stenen, door de Rijn aangevoerd, en uit glaciaal zand met morenen, door gletsjerbeken aangebracht. In het gebied noordelijk en noordoostelijk van Meppel komen tussen noordse vele zuidelijke stenen voor, (VAN CAPPELLE 1891a:336). Bij Echten treft hij in de grondmorene opgenomen zuidelijke stenen aan. Hij concludeert dat de grondmorene er op Rijn diluvium rust. (VAN CAPPELLE 1891e:144). Bij Meppel en Echten vindt hij dus het Scandinavisch Diluvium niet, in tegenstelling tot zijn bevindingen in Friesland. Hij verklaart dat met het afhellen van het preglaciale oppervlak van S.E. naar N.W., (VAN CAPPELLE 1891c:382). Door de hogere ligging van dat oppervlak in Drenthe bleef dat gebied meer buiten het bereik van de gletsjerbeken dan Friesland, (VAN CAPPELLE 1891b:76). In noordwestelijke richting neemt het Scandinavisch Diluvium in dikte toe ten koste van het Gemengde Diluvium, (VAN CAPPELLE 1891b:71, 1891c:382).

Het smeltwaterzand onder het keileem is een glaciofluviale, fluvoglaciale of glaci-fluviatiele afzetting. Ook wel als proglaciaal (term van mevrouw HOL) of premorenaal aangeduid. Volgens TER WEE is dit type afzetting in Noord-Nederland niet bekend. Het keileem ligt daar op afzettingen van het **(Post)Elsterien** of op die van de **Formatie van Eindhoven** (een omwerking van onder andere Rijnzanden onder periglaciale omstandigheden, voor de komst van het ijs). Het ijs moet zonder te smelten zijn voortgeschoven. In een discussie met Ter Wee merkte Maarleveld echter op dat de julitemperatuur toen in Noord-Nederland niet zo laag was. (TER WEE 1981:9). Ook VAN CAPPELLE (1891d:70, 1892c:24) komt tot die conclusie. Hij vindt bij Havelte een vrucht en een stuk eikehout in een kleilaag in het zand onder de grondmorene en op grond hiervan besluit hij tot een gematigd klimaat onmiddellijk voor de komst van het ijs. Aan de noordzijde van het Bakhuister hoog, bij het gelijknamige dorp, en in het Koudumer hoog wordt de vloerlaag van het keileem door de Formatie van Eindhoven gevormd.

ZANDDILUVIUM; HEIDEZAND

De noordhelling van het klif bestaat uit zanddiluvium (term van Staring), ontstaan als uitspoelingsprodukt van keileem door smeltwater van uit Nederland terugtrekkend landijs. Dat blijkt uit de vele sponsnaalden die er inzitten en die identiek zijn met die

der witte vlekken van de zwarte vuursteen uit het keileem. De dikte van het zanddiluvium overschrijdt meestal niet 2 m, maar niet ver van de rand van het klif is na 4 m de basis ervan nog niet bereikt. In het oostelijk deel is het wel 10 m dik. Die feiten doen hem STARINGS verklaring voor het ontstaan door het uitwassen van heuvels van het grinddiluvium (term van Staring) verwerpen. (VAN CAPPELLE 1888b:127, 1890a:798-800). Hij gebruikt ook de naam dekzand voor zanddiluvium maar denkt daarbij niet aan eolische vorming. Die ziet hij enkel bij 'zandstuivingen'. (Het zanddiluvium wordt nu beschouwd als ons dekzand van de **Formatie van Twente** uit de laatste ijstijd).

Naderhand corrigeert hij zijn opvatting over het voorkomen en het ontstaan van het zanddiluvium. Uit zijn onderzoek in Drente blijkt dat er ook in het klif sprake moet zijn van heide- of hellingzand. (De eerste naam is uit het Duits afkomstig, de tweede is van Schroeder van der Kolk). (VAN CAPPELLE 1899:452,6). Het heidezand is ontstaan door afspoeling van zand van heuvels in het moreneterrein door sneeuw- en regenwater aan het eind van de interglaciale periode tussen onze ijstijd en de laatste die ons land niet bereikt heeft. In Friesland is het heidezandlandschap meer verwoest dan in Drente. Dat houdt verband met het smeltwater uit het dichtere bij Friesland gelegen ijsfront van de laatste ijstijd. (VAN CAPPELLE 1892:474). De oorzaak van het verschil in ligging van het ijsfront blijft in het duister. In Friesland treft hij onder andere het heidezand op de noordhelling van het Rode Klif aan. Het zanddiluvium komt daar niet voor zoals hij eerst meende. Ook niet in het oostelijk deel van het klif. Hij ziet het zanddiluvium nu ontstaan als smeltwaterafzetting tijdens het terugtrekken van het laatste landijs. (VAN CAPPELLE 1892a:474,5).

ROLSTEENZAND

In het oostelijk deel van het klif merkt hij nu rolsteen zand op. (De term is van K. Martin. Van Cappelle noemt dit zand ook wel dekzand. Het is ontstaan door uitspoeling van de grondmorene van het uit Nederland terugtrekkende ijs. (Als postmorenale vorming). Het zand sluit stenen met een gerold uiterlijk in. (VAN CAPPELLE 1888a:165, 1889a:246, 1890a:800, 1895b:voetnoot 188). (Dit in tegenstelling tot keizand, een verweringsprodukt van keileem, dat niet vervoerd werd en scherpkantige stenen bevat).

RIJNZAND

Bij de graafwerkzaamheden in het oostelijke deel van het klif komt een profiel zichtbaar dat hem aanleiding geeft tot een boring. Op een diepte van 2,55 m onder het maaiveld vindt hij zuiver wit zand met lydiet en witte kwartsen, geen spoor van noordelijke stenen, wel nog 'andere zuidelijke gesteenten', (VAN CAPPELLE 1895a:8,9, 1895b:190). Hij noemt dit later zijn merkwaardigste ontdekking in het Noordnederlandse Diluvium, (VAN CAPPELLE 1898:5). Voor het Rode Klif had hij dit zuidelijke (Rijn)zand al eerder ontdekt in het Koudumer hoog en tevoren ook in West-Drente, (VAN CAPPELLE 1892b:907, 1891c:383). Bij de vaststelling met Rijnzand te doen te hebben laat hij zich vooral leiden door de vele witte kwartsen. Van Calker merkt in een discussie met hem op dat witte kwartsen ook wel van noordelijke herkomst kunnen zijn. Van Cappelle brengt hier tegenin dat de kwartsen naar boven, waar keileem op het zand in kwestie rust, in grootte en aantal afnemen. In dik keileem of in het glaciaal zand daaronder is dat kwarts zeer zeldzaam. Het komt er ook nooit in die zuiver witte brokken voor zoals in Rijngrind. (VAN CAPPELLE 1891c:387, 1892b:908). Zijn conclusie is dat een uit preglaciale (Rijn-) en glaciaal gelaagde afzettingen opgebouwde heuvel het keileem dat erop is afgezet doorboort, een 'Durchragung' vormt (term van H. Schröder). (VAN CAPPELLE 1893c:17, 1895a:9, 1895b:189,190). In Midden-Nederland had hij dat na Lorié ook aangetoond, (VAN CAPPELLE 1889c:197). Hetzelf-

de verschijnsel ontdekte hij bij de Lochemseberg, (VAN CAPPELLE 1893a:12). In het Koudumer hoog waar hij de 'Durchragung' voor die van het klif ontdekt had is er sprake van meerdere preglaciale opduikingen, (VAN CAPPELLE 1892b:906,7,9, 1895a:7,8, 1895b:189). De bevroren toestand waarin de heuvels verkeerden bood weerstand aan het schuivende ijs, voegt hij eraan toe. Het huidige reliëf van klif en hoog is dus gepredisponerd door het preglaciale reliëf. Het is niet glaciegen, alleen bijgewerkt door de mechanische werking van het ijs (en later door postglaciale erosie). Hij ziet de 'Durchragung' als eindmorene.

EINDMORENE

Het Rode Klif is met het Mirnser- en Mirdumer Klif een fragment van een oorspronkelijk samenhangende verbinding '...meer of minder zeker met de eilanden Urk, Texel, Wieringen, met de Hondsrug in Groningen en met de hoogte van Koudum...'. (Vertaald citaat). Dit, zegt hij, is ook Lorie's mening. Die reekst bestempelt VAN CAPPELLE als een 'moraine frontale' (front- of eindmorene). Onder voorbehoud rekent hij er ook de Voorst bij Vollenhove toe. (VAN CAPPELLE 1889b:248,252, 1890a:798). De verbroking van de reeks wijt hij aan de werking van het smeltwater van het uit Nederland terugtrekkende ijs, niet aan mariene erosie. Immers onder de het klif omringende, dagzomende zeelei ligt (postmorenaal) smeltwaterzand. (VAN CAPPELLE 1889b:248, 1890a:798,9). (In 1893 tracteert hij een eindmorene van de Havelterberg via Ruinen, Zuidwolde, de Sallandse heuvels naar de Lochemseberg (VAN CAPPELLE 1893:427).

Zo'n eindmorene wordt gevormd door 'moraine inférieure' (grondmorene) gedurende een stilstand van het terugtrekkende ijs. Hoe langer de pauze duurt, des te meer grondmorene wordt er opgehoopt, des te hoger de eindmorenwal wordt. Deze 'hypothese' verklaart de plaatselijk grote dikte van de grondmorene. (VAN CAPPELLE 1889b:voetnoot op 252,3, 1890a:797,8). Behalve grondmorene is ook van het gletsjervlak afglijdend puin betrokken bij de vorming van eindmorenen, (VAN CAPPELLE 1893b:423). Stuwings door het ijs speelt een rol bij de vorming van eindmorenen: '...dat zeer dikke grondmoraine... steeds met eene opploeging door den ijsrand tijdens een stilstand in verband kan gebracht worden, waarin het ijs bij zijnen terugtocht verkeerd heeft.', (VAN CAPPELLE 1892a: voetnoot op 471,2). Nog duidelijker blijkt stuwings uit een studie over West-Drenthe, (VAN CAPPELLE 1891d:143). Hij ziet stuwings in het hele glaciegen gebied van Zuidwest-Friesland, (VAN CAPPELLE 1895a:7).

De gestuwde eindmorenen van Van Cappelle zijn geen eindmorenen maar stuwmorenen. Zie verder in dit nummer: VAN EINDMORENEN TOT STUWWALLEN.

LITERATUUR:

- BAREN, J. VAN, 1927: De bodem van Nederland II, Amsterdam.
- BROUWER, A., 1948: Pollenanalytisch en geologisch onderzoek van het Onder- en Midden-Pleistocen van Noord-Nederland. Academisch proefschrift, Leiden.
- BRUNSMAN, J.J., 1863: Het Roode Klif. Overdruk uit De Nieuwe Friesche Volksalmanak, 24 blz.
- CAPPELLE JR. H. VAN, 1885: Het karakter der Nederlandsch-Indische tertiaire fauna. Academisch proefschrift Leiden. Sneek.
- CAPPELLE JR. H. VAN, 1888a: Bijdrage tot de kennis van Friesland's bodem. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel V, blz. 141-176. Leiden.
- CAPPELLE JR. H. VAN, 1888b: Quelques observations sur le Quaternaire ancien dans le nord des Pays-Bas. Bulletin de la société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, tome II, blz. 125-135. Bruxelles.
- CAPPELLE JR. H. VAN, 1889a: Het Roode Klif. Voordracht. Handelingen 2de Natuur- en Geneeskundig Congres te Leiden, blz. 238-246.

- CAPPELLE JR. H. VAN, 1889b: Les Escarpements du 'Gaasterland' sur la côte méridionale de la Frise. Contributions à la connaissance du Quaternaire des Pays-Bas. Suivie d'une étude sur les roches siliceuses à spicules de spongiaires du Boulder Clay du Roode-Klif par George Jennings Hinde. Bulletin de la société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, tome III, blz. 222-258. Bruxelles.
- CAPPELLE JR. H. VAN, 1889c: Eenige geologische waarnemingen in de omstreken van Baarn. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel VI, blz. 191-197. Leiden.
- CAPPELLE H. VAN, 1890a: Bijdrage tot de kennis van Friesland's bodem II. Eenige mededeelingen betreffende de Gaasterlandsche kliffen. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel VI, blz. 780-802. Leiden.
- CAPPELLE H. VAN, 1890b: Geologische resultaten van eenige in West-Drenthe en het oostelijk deel van Overijssel verrichte grondboringen. Eene bijdrage tot de kennis der ontwikkelingsgeschiedenis van het Nederlandsch diluvium. Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 40 blz. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1891a: Kort verslag van eenige dezen zomer in West-Drenthe gedane geologische waarnemingen. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 3de reeks, deel VIII, blz. 334-336. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1891b: Sur les rapports du Diluvium entremêlé avec le Diluvium scandinave de Staring et sur un Diluvium entremêlé dans la Drenthe centrale (province de Hollande). Bulletin de la société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, tome V, blz. 69-77. Bruxelles.
- CAPPELLE H. VAN, 1891c: Over de betrekking tusschen het gemengd en het Skandinaafsch diluvium en over gemengd diluvium in Midden-Drenthe. Voordracht. Handelingen 3de Natuur- en Geneeskundig Congres te Utrecht, blz. 381-387.
- CAPPELLE H. VAN, 1891d: Rapport omtrent eenige in de gemeente Havelte (Drenthe) verrichte grondboringen. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, no. 1. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 3de reeks, deel IX, blz. 68-70. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1891e: Kort verslag van eenige geologische waarnemingen in het diluviale gebied van West-Drenthe. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, no. 4. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 3de reeks, deel IX, blz. 141-144. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1892a: Bijdrage tot de kennis van Friesland's bodem III. Eené diepe boring te Oosterlittens benevens eenige algemeene beschouwingen over het diluvium van Friesland. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel IX, blz. 469-476. Leiden.
- CAPPELLE H. VAN, 1892b: Bijdrage tot de kennis van Friesland's bodem IV. Eenige mededeelingen over de diluviale heuvels in de gemeente Hemelumer-Oldephaert en Noordwolde. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel IX, 2, blz. 905-911. Leiden.
- CAPPELLE H. VAN, 1892c: Het diluvium van West-Drenthe. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 2de sectie, deel I, no. 2, 38 blz. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1893a: Der Lochemerberg, ein Durchragungszug im niederländischen Diluvium. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, no. 12. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 2de sectie, deel III, no. 2, 20 blz. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1893b: De Nederlandsche eindmorainenreeks en het oudste diluviale landijs. Voordracht. Handelingen 4de Natuur- en Geneeskundig Congres te Groningen, blz. 423-428.
- CAPPELLE H. VAN, 1893c: Over eenige gletschervormingen in Noord-Nederland, I a de grondmoraine van het diluviale landijs, b het morainenlandschap van West-Drenthe. Album der Natuur, blz. 1-19.
- CAPPELLE H. VAN, 1895a: Diluvialstudien im Südwesten von Friesland. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, no. 12. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 2de sectie deel IV, no. 3, 16 blz. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1895b: Bijdrage tot de kennis van Friesland's bodem V. Kaarteering van het diluvium van Gaasterland en Hemelumer-Oldephaert en Noordwolde. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel XII, blz. 183-202. Leiden.
- CAPPELLE H. VAN, 1896: Bijdrage tot de kennis van het Gemengd diluvium. Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2de serie, deel XIII, blz. 1-24. Leiden.
- CAPPELLE H. VAN, 1898: Nieuwe waarnemingen op het Nederlandsche diluviaalgebied, voornamelijk met het oog op de kaarteering dezer gebieden. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, no. 23. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 2de sectie, deel VI, no. 2, 24 blz. Amsterdam.
- CAPPELLE H. VAN, 1899: Oorsprong van het heide- of hellingzand. Voordracht. Handelingen 7de Natuur- en Geneeskundig Congres te Haarlem, blz. 450-461.
- CAPPELLE H. VAN, 1910: Bijdrage tot de kennis van de landijs-vormingen in de provincie Friesland en van het oudere fluviaatle diluvium in den ondergrond van Noord-Nederland. Mededeelingen omtrent de geologie van Nederland, no. 37. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, 2de sectie, deel XVI, no. 5, 55 blz. Amsterdam.

- WEE M.W. TER, 1981: The Saalian glaciation in the northern Netherlands. Mededelingen Rijks Geologisch Dienst, 34-2, blz. 7-9.
- WEE M.W. TER, 1983: The Saalian glaciation in the northern Netherlands. Ehlers, Jürgen (editor): Glacial deposits in North-West Europe, blz. 405-412. Rotterdam.
- ZANDSTRA J.G. TER, 1983: Fine gravel, heavy mineral and grain-size analyses of Pleistocene, main glacial deposits in the Netherlands. Ehlers, Jürgen (editor): Glacial deposits in North-West Europe, blz. 361-377. Rotterdam.

KAARTEN

- I Hoogtelijnenkaart Gaasterland-West, blad 3, 1:5000. Provinciale Waterstaat van Friesland, 1969.
- II IJsselmeerkust, gedeelte Stavoren-Oudemirdumerklif, 1:2000. Rijkswaterstaat, district Zuiderzeewerken, 1979.

SUMMARY

About 1890 Herman van Cappelle carried out researches into the Pleistocene deposits in the northern regions of the Netherlands, among other things into the deposits in an isolated hill called 'Rode Klif' situated at the south coast of the province of Friesland. He pointed out that the hill ought to be considered a fragmentarian part of a terminal moraine. *)

* Met dank aan de heer J. de Vries voor zijn correctie.